# TECNICA DE VUELO (II)

## 6.3 ATERRIZAJE - LANDING (II)

### 6.3.1 Utilización de flaps en aterrizaje.

La extensión de los flaps cambia la curvatura del perfil alar, y en algunos casos también su superficie, lo que implica una transformación en las características aerodinámicas del ala, que se traduce, entre otros, en los siguientes efectos (ver capítulo 1.5):

1. El coeficiente de máxima sustentación (CL max.) se incrementa.
2. La resistencia también se incrementa.
3. El ángulo de incidencia es mayor.

Como consecuencia de lo anterior, la influencia de extender flaps en el aterrizaje es la siguiente:

- El aumento del coeficiente de sustentación implica una menor velocidad de pérdida, lo cual permite realizar la aproximación final y operaciones posteriores del aterrizaje con velocidades más bajas.
- Menor velocidad y mayor resistencia implican menor distancia horizontal recorrida por unidad de tiempo; se recorre menos distancia horizontal (fig.6.3.2).
- Observando la geometría de la aproximación final (ver 6.2.3), podemos deducir que si la distancia horizontal disminuye (o la altura se incrementa), el ángulo de descenso debe ser mayor (figs.6.3.1 y 6.3.2).
- Si recuerda la igualdad: actitudº + incidenciaº = ataqueº + ascensoº (ver 1.7.3) deducirá que, para mantener la trayectoria y el ángulo de ataque (ataque + ascenso), si aumenta la incidencia debe disminuir en la misma cantidad la actitud. En otras palabras, la actitud de morro es menos elevada. Por tanto, extender flaps facilita la visión al frente, aunque hace más trabajoso mantener la rueda de morro en el aire tras la toma.

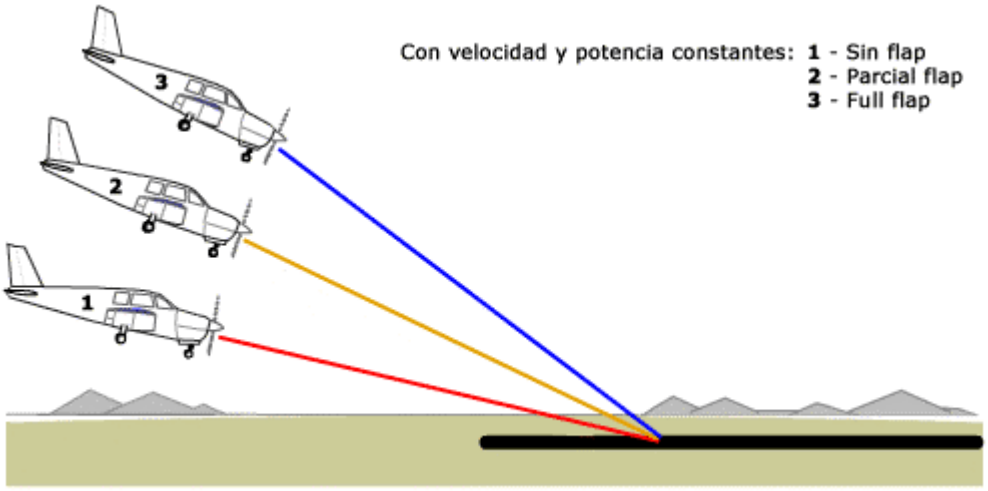



**Fig.6.3.1 - Efecto de los flaps sobre el ángulo de descenso.**

Tenemos pues, que los factores sustentación y resistencia puede ser variados por el piloto mediante el uso de flaps. Básicamente, cuando estos son bajados la velocidad tiende a disminuir debido a la mayor resistencia, salvo que incremente la potencia o baje el morro (menor ángulo de ataque), y el ángulo de descenso es mayor lo que implica una senda de aproximación más pronunciada.

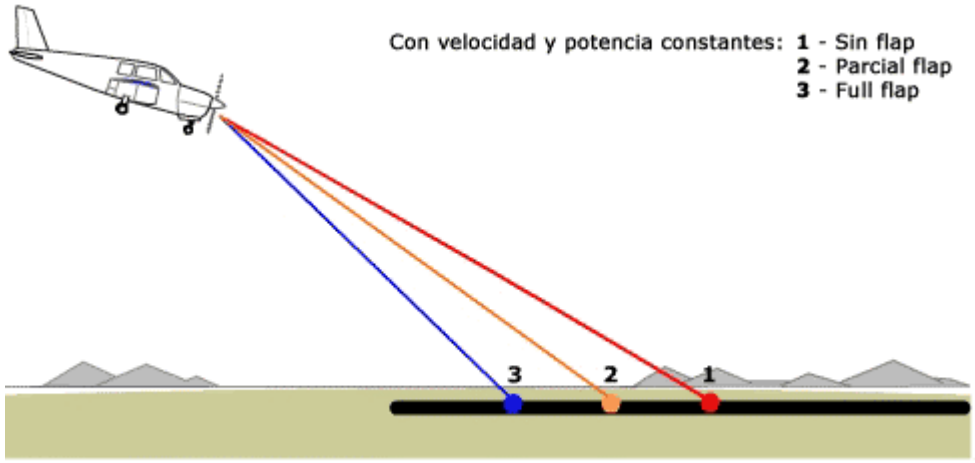



**Fig.6.3.2 - Efecto de los flaps sobre el punto de aterrizaje.**

En todos los aviones, extender el ultimo punto de punto (full flap) supone incrementar al máximo la resistencia y el ángulo de incidencia, pero en muchos aviones ligeros, típicos de entrenamiento, solo tiene un pequeño efecto en la reducción de la velocidad de pérdida. Por tanto, si no necesita extender el último punto de flap para incrementar aún más la resistencia, hay pocas razones para extender este último punto, salvo que el campo sea realmente corto y/o necesite la ligera reducción en velocidad producida por la extensión de dicho último punto.

Hay muchas circunstancias en las cuales el piloto debe recurrir a la extensión de flaps, por ejemplo:

- En un campo corto, estará interesado en aterrizar con una velocidad menor para acortar la cantidad de pista necesaria.
- Si el campo tiene obstáculos cercanos a la pista necesitará aproximarse con un ángulo relativamente mas acentuado. Tendrá que echar mano de los flaps y aprovechar el incremento de resistencia provocado por su extensión.
- En un campo blando, convendrá que el aeroplano contacte con el suelo a la mínima velocidad posible.
- Si observa que la senda actual le lleva más allá del punto seleccionado para aterrizar (lo sobrevolará), sacar flaps proporcionará un ángulo de descenso más acentuado manteniendo una velocidad de aproximación dentro del rango recomendado.
- Si ha calculado mal el comienzo de la aproximación y se encuentra con exceso de energía (altitud, velocidad, o ambas) puede disiparla gracias a la resistencia añadida y a un ratio de descenso mayor.

Debe saber que los aeroplanos antiguos no tenían flaps, si el piloto estaba alto y/o con una velocidad superior a la recomendable (exceso de energía) debía recurrir a "resbalar" para corregir ese exceso. Léase el manual de operaciones del avión antes de hacer resbales con flaps extendidos, en algunos modelos de avión los constructores lo desaconsejan.

**Velocidad de aproximación con flaps.** Con flaps abajo, las velocidades de aproximación son mas bajas que si esta se hace con flaps arriba. Algunos manuales indican que la aproximación debe hacerse entre **x** nudos de velocidad sin flaps e **y** nudos con full flap, dejando la tarea de interpolar las velocidades con extensiones intermedias (partial flap) para el piloto; otros indican la velocidad sin flap y la reducción a realizar por cada punto de flap extendido, y otros indican las velocidades para todas las posiciones de flap.

En la práctica, las escuelas (al menos las que yo conozco) suelen establecer una velocidad máxima de aproximación sin flap, algo más alta de la recomendada para evitar problemas, y por cada punto de flap extendido reducen la velocidad en 5 nudos.

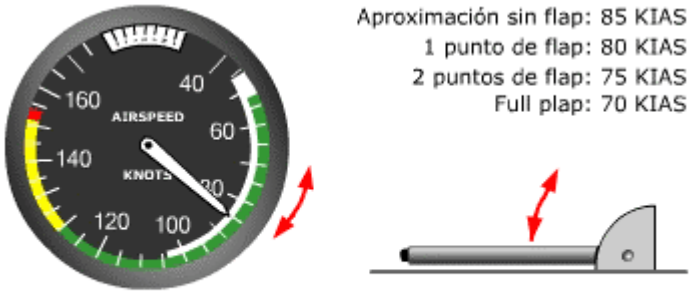



**Fig.6.3.3 - Ejemplo de velocidades de aproximación**
**Para propósitos operacionales consulte el POH del avión**

No olvide que al extender flaps debe adaptar los parámetros de vuelo (actitud, etc.) a esa nueva configuración y volver a compensar el avión; utilice los compensadores. Tampoco olvide que no debe extender flaps mientras vuele con una velocidad superior a la indicada por el fabricante (mayor valor del arco blanco).

### 6.3.2 Efecto del viento en aproximación.

Suponga que un día cualquiera, comienza su aproximación exactamente a la misma altura y distancia que días anteriores, los parámetros de vuelo (velocidad, potencia, actitud, etc.) son perfectos. Sin embargo, a medida que desciende observa que no se aproxima lo suficiente, cada vez está mas bajo y la pista sigue estando lejos; si sigue así no llegará y aterrizará en cualquier lugar *antes* de la pista. Naturalmente, sigue el procedimiento normal y aumenta la potencia a la vez que levanta un poco el morro del avión para mantener la velocidad. ¿Que ha sucedido? Pues muy sencillo, no ha tenido en cuenta la intensidad del viento. Veamos:

La distancia horizontal recorrida por un aeroplano depende de su velocidad *respecto al suelo* (Ground Speed - **GS**), o sea que es igual a la velocidad verdadera (True Airspeed - **TAS**) +/- la velocidad del viento. En ausencia de viento (en calma), la GS coincide con la TAS y por tanto la distancia recorrida es la esperada, pero en presencia de viento no es así (figs.6.3.4a y 6.3.4b).

Con viento en calma la velocidad del avión es la misma respecto al suelo que respecto al aire (GS=TAS), así que la distancia recorrida y por añadidura el ángulo de descenso son los esperados. Si los parámetros de vuelo son correctos, el avión seguirá el trazo de la senda hasta el punto de referencia.

Con viento en cara de una intensidad moderada, el avión está volando en una masa de aire que se desplaza en sentido contrario, visto desde el suelo es como si ese viento "frenara" al avión. La TAS sigue siendo la misma, pero la GS es menor y eso hace que disminuya la distancia recorrida respecto a la aproximación anterior. En esas condiciones, el ángulo de descenso va haciéndose mayor paulatinamente y el avión se aproximará cada vez un poco más por debajo de la senda; de seguir así no llegará al punto de referencia.
Como el piloto advierte que vuela por debajo de la senda y no llegará al punto elegido, añade potencia y sube un poco el morro del avión para mantener la velocidad. Puesto que distancia=velocidad*tiempo, para una misma distancia, si la velocidad disminuye habrá que aumentar el valor tiempo ¿no?. Pues eso es lo que ha hecho: al poner más potencia la tasa de descenso es menor, el avión cae más lentamente y permanecerá más tiempo en el aire.

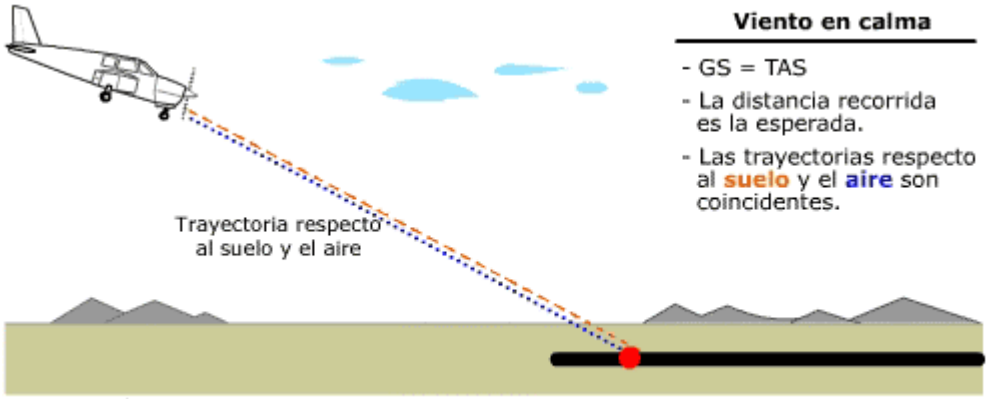



**Fig.6.3.4a - Efecto del viento en la aproximación.**

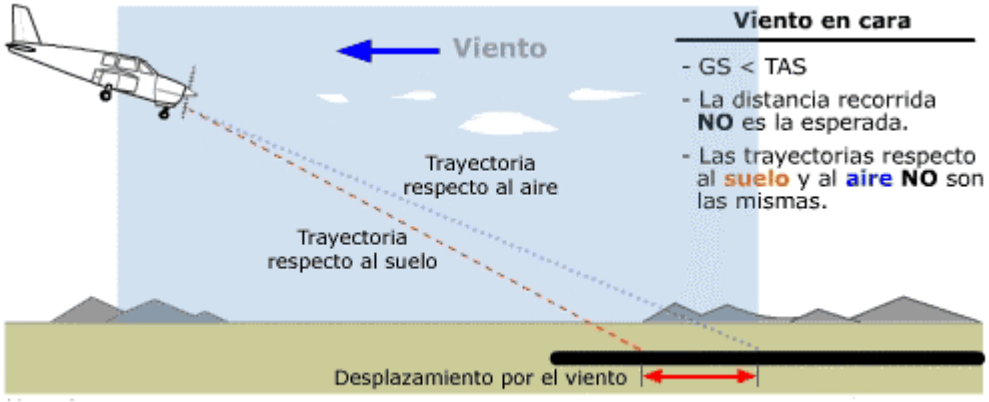



**Fig.6.3.4b - Efecto del viento en la aproximación.**

Con viento en cola no debe aterrizar, pero si lo hiciera este le empujaría, resultando una mayor distancia recorrida e ir más allá del punto de referencia; esto le exigiría una longitud de pista adicional de la cual quizá no disponga.

**Resumiendo:** durante el aterrizaje, el viento en cara agudiza la senda de aproximación y reduce la distancia recorrida, mientras que el viento en cola reduce el ángulo de la aproximación e incrementa la distancia recorrida. El piloto debe tener en cuenta el viento antes de aterrizar.

Otro aspecto a tener en cuenta es que: *en presencia de viento la dirección de vuelo relativa al suelo no es la misma que la dirección de vuelo a través del aire*. Con viento nulo ambas coinciden, pero con viento en cara, y por supuesto en cola, difieren. En el ejemplo de la fig.6.3.4 vemos como para corregir el desplazamiento por viento y mantener la senda que lleva a la pista (línea de rayas discontinuas) el avión sigue una línea de vuelo *respecto al aire* menos pronunciada (línea de puntos). Digamos que mientras la senda a la pista sigue siendo de 3º la dirección de vuelo en el aire es de solo 2º.

Como el viento relativo es el recíproco de la dirección de vuelo a través del aire y afecta al ángulo de ataque (el cual se mide respecto a aquel), para mantener el ángulo de ataque apropiado en el caso expuesto, la actitud de morro arriba con el viento dado debería ser más alta que con viento en calma. Conclusiones:

1. Necesita percibir la dirección de vuelo relativa al suelo para asegurar que arribará al punto de referencia elegido para aterrizar.
2. Necesita percibir la dirección de vuelo a través del aire para determinar que actitud de morro es la que proporciona el ángulo de ataque apropiado.
3. Si está descendiendo con viento en cara necesitará una tasa de descenso menor.
4. En cualquier situación donde tenga menor tasa de descenso necesitará menos actitud de morro abajo.

Hasta aquí la teoría, pero ¿como corregir esta situación en la práctica?. Pues podría por ejemplo comenzar la aproximación un poco más cercano a la pista (esto se dijo en el capítulo anterior), o realizar el descenso con un poco más de potencia, o ambas cosas, pero calcular cuanto más cerca o cuanta más potencia no es fácil. La solución más sencilla reside en una regla de oro: "*con viento de intensidad moderada o alta, incremente la velocidad de aproximación en 1/4 de la velocidad del viento*". Si el viento en cara es de 20 kts, entonces debe incrementar su velocidad en 5 kts (20/4=5). Salvo que el campo sea corto, este incremento no le debe suponer problemas con la longitud de la pista y tiene la ventaja que si el viento decrece en intensidad y le "roba" unos nudos de velocidad aerodinámica seguirá estando suficientemente por encima de la velocidad de pérdida.

### 6.3.3 Corrigiendo la aproximación.

Como hemos visto, hay numerosos factores afectando a la aproximación, de manera que existe un buen porcentaje de probabilidades de que no acierte plenamente con los parámetros (principalmente la distancia porque la altura se supone fijada) y desarrolle toda esta fase sin hacer alguna corrección, aunque sea mínima. Ello se puede deber a varios factores, como por ejemplo:

- No ha mantenido la altitud del circuito y al comenzar la aproximación está desplazado verticalmente de la senda de descenso (factor **a** de la fig.6.2.6).
- Ha mantenido la altitud escrupulosamente pero se le ha ido de las manos la velocidad. Si es más baja de la recomendada ¡peligro¡ se está acercando a la velocidad de pérdida y tiene poca altura para recuperarla; si es mucho más alta, puede encontrarse practicando la recogida subido en un misil. En ambos casos, estará descendiendo con una tasa más elevada (mas fpm) y un ángulo mayor (senda más pronunciada).
- Su estimación de distancia es perfecta y la velocidad la adecuada, pero no ha tenido en cuenta la intensidad del viento con lo que la velocidad respecto al suelo no es la esperada, lo mismo que la distancia que recorrerá.
- Hoy no está el instructor a su lado y el avión soporta menos peso, o lleva a un par de amigos a los que ha convencido para volar y además de mayor peso su distribución es ligeramente diferente.
- Ha calculado todo al milímetro y ha hecho su trabajo a la perfección pero hoy no es su día para un aterrizaje de libro. Una ascendencia/descendencia, justo unos metros antes de la pista, tira misteriosamente del avión hacia arriba/abajo, o el viento rola a otra dirección, o disminuye/aumenta su intensidad, o...
- Etcétera.

Aun a riesgo de ser repetitivo, de forma general y en base a lo expuesto hasta ahora, veamos algunas sugerencias para corregir la senda de aproximación:

Al comenzar la aproximación final, el piloto debe estimar el punto de aterrizaje juzgando el ángulo de descenso. Si en algún momento estima que sobrepasará dicho punto, está alto: **a**) Si tiene potencia aplicada disminúyala; manteniendo la misma velocidad, la actitud es de morro más bajo, la tasa de descenso es más alta y la senda más empinada. **b**) Incremente la extensión de flaps para aumentar la resistencia, adapte el aeroplano a la nueva velocidad cambiando la actitud de morro en la cantidad necesaria. Menos potencia y/o más flaps producirán una aproximación más inclinada (fig.6.3.5a).

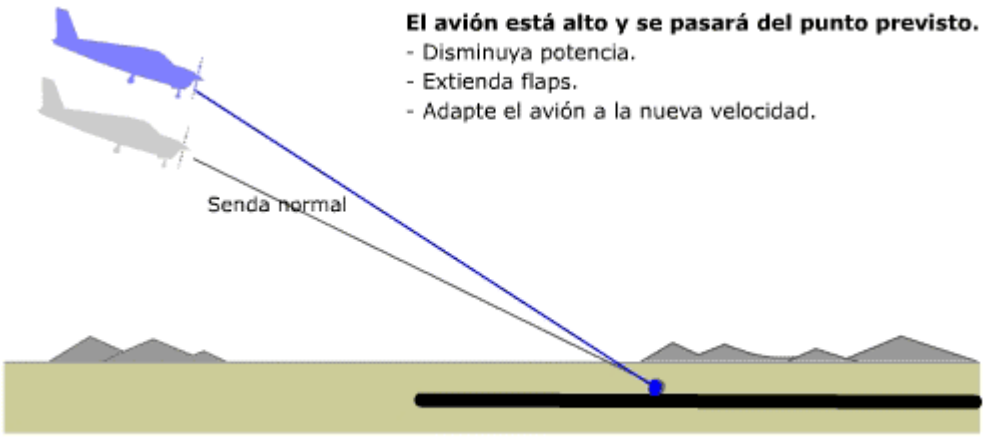



**Fig.6.3.5a - Corrección de la senda de aproximación.**

Si por el contrario, estima que no llegará al punto elegido, está bajo: **a**) Incremente la potencia (así reduce la tasa de descenso) y el ángulo de ataque para mantener la velocidad. **b**) Reajuste la senda (fig.6.3.5b). Salvo que se encuentre con altitud suficiente para reaccionar, como norma general *nunca* intente corregir esta situación retrayendo flaps, ello provocaría una disminución súbita de la sustentación y que el aeroplano se hunda más rápido todavía.

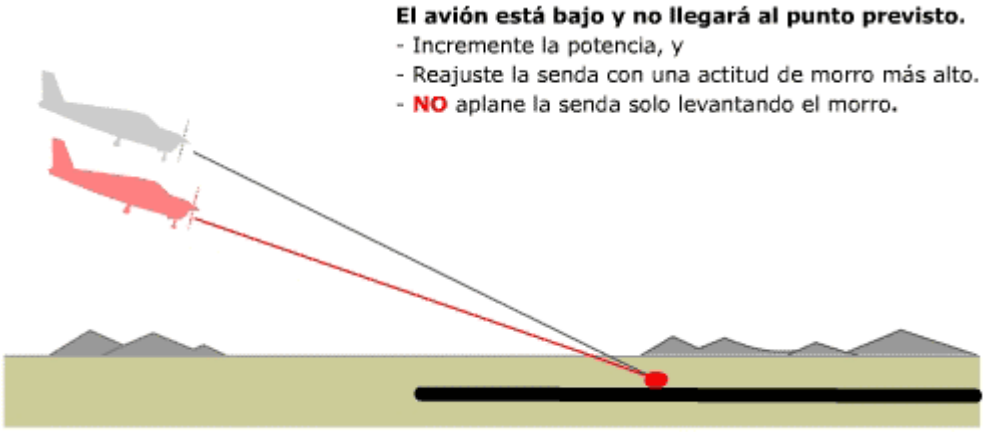



**Fig.6.3.5b - Corrección de la senda de aproximación.**

No caiga en la tentación de tratar de aplanar la senda simplemente levantando el morro del avión. Con eso lo único que conseguirá es aumentar el ángulo de ataque, reducir la velocidad e incrementar la resistencia (tenía un déficit de energía y encima lo empeora). Además de que puede acercarse peligrosamente a la velocidad de perdida (atención a eso), el ratio de descenso será peor, el avión se hundirá más rápidamente y no alcanzará su punto de referencia. Por esta razón, si ve que en su descenso se queda corto **nunca** intente aplanar la senda **solo** levantando el morro; en lugar de ello, levante el morro y **además** añada potencia simultáneamente (tire de la curva de potencia hacia arriba para disminuir la tasa de descenso).

Controle la velocidad mediante la actitud de morro (ángulo de ataque) y el ángulo de descenso con la potencia. Si cambia una de estas variables debe cambiar simultánea y coordinadamente la otra, es decir: el ángulo de descenso y la velocidad apropiadas deben ser mantenidos coordinando los cambios de actitud con cambios en potencia.

Una regla importante. Si en aproximación final el morro del avión está bloqueando nuestra visión del punto de referencia, debemos estar atentos. Hay varias posibilidades:

1. Posiblemente la actitud es de morro muy alto lo cual significa que podemos estar cercanos a la pérdida.
2. Otra posibilidad es que estamos altos, no nos dirigimos realmente al punto escogido sino que aterrizaremos más lejos.
3. Es posible que tengamos ambos problemas, mucha altura y poca velocidad.
4. Puede ser algo deliberado. Hemos descubierto que nos aproximamos con mucha velocidad y poca altitud así que levantamos el morro para volver a la senda, recuperamos altitud a costa de perder velocidad. Durante esta corrección el morro bloqueará nuestra visión adelante, pero ojo, si el morro del avión tiene una posición como la descrita debe ser por una razón muy especial y solo de forma muy temporal.

Recomiendo la lectura del capítulo 1 (Energy Awareness and Energy Management) del manual online See How It Flies, en el cual su autor, John Stewart Denker, hace una exposición realmente brillante sobre algunos aspectos del vuelo, enfocándolos bajo un punto de vista "energético". Considero que lo allí expuesto es realmente útil en cualquier fase del vuelo, pero especialmente en aproximación final.

### 6.3.4 Recogida.

El término *recogida* (en inglés *flare* o *roundout*) se refiere a la fase del aterrizaje en la cual el piloto efectúa una suave transición desde la actitud de morro abajo, propia del descenso, a una actitud de morro arriba propia para contactar con la superficie, obviamente tirando de la palanca de control. El objetivo es pasar de una dirección de vuelo descendente a una dirección de vuelo paralela a la pista, con el avión a unos pocos centímetros sobre esta y decelerando paulatinamente hasta que la insuficiente sustentación le haga contactar con el terreno con la menor energía (velocidad+altura) posible. (1)

Para una buena realización de la maniobra, debe prestar atención a tres escalas de tiempo, cuanto debe transcurrir desde el comienzo de la recogida hasta que:

1. Su dirección de vuelo sea horizontal.
2. Alcance el nivel de vuelo más cercano al suelo.
3. Decelere hasta la velocidad adecuada para contactar con la superficie.

Estos tres elementos son las principales variables que determinan el resultado de la maniobra; en consonancia, las tres claves independientes que debe tener en cuenta para controlarla son:

1. La velocidad que tiene el avión en el momento de la recogida.
2. La altitud a la cual se inicia esta.
3. La cadencia con la cual cambia la actitud de morro abajo a morro arriba.

Típicamente, Vd toma las decisiones en ese orden: 1) establece una velocidad de aproximación; 2), esa velocidad determina la altitud a la cual comenzar la recogida (a mayor velocidad mayor altura de comienzo); y 3), ajusta la cadencia del cambio de actitud conforme a esa circunstancia.

Como puede suponer, cada autor tiene su propia idea de como explicar la maniobra de la forma más didáctica, así la misma secuencia de hechos puede recibir nombres y/o divisiones distintas. Algunos denominan recogida (flare o roundout) a todo el proceso hasta que el avión toca con el tren en el suelo (touchdown), otros dividen los mismos hechos en recogida (roundout) y fase de hundimiento (skimming), etc. Por mi parte, me apunto a la forma primera.

**Realización de la recogida**. Cuando el aeroplano se encuentre a una distancia del suelo que dependerá principalmente de la velocidad (veremos después algunos consejos), comience la recogida tirando del volante de control para ir cambiando la actitud de morro (de descenso a vuelo nivelado), movimiento que debe continuar de forma suave y progresiva hasta que el aeroplano vuele paralelo a la pista y a muy pocos centímetros de esta. A medida que cambie de actitud, el ángulo de ataque irá aumentando con lo cual:

a. De forma paulatina la sustentación va en aumento con lo que la tasa de descenso disminuye, hasta el punto que, si la maniobra está bien hecha, cuando el avión esté a pocos centímetros de la pista debería volar nivelado.
b. La resistencia es cada vez mayor, de manera que el avión decelera progresivamente.

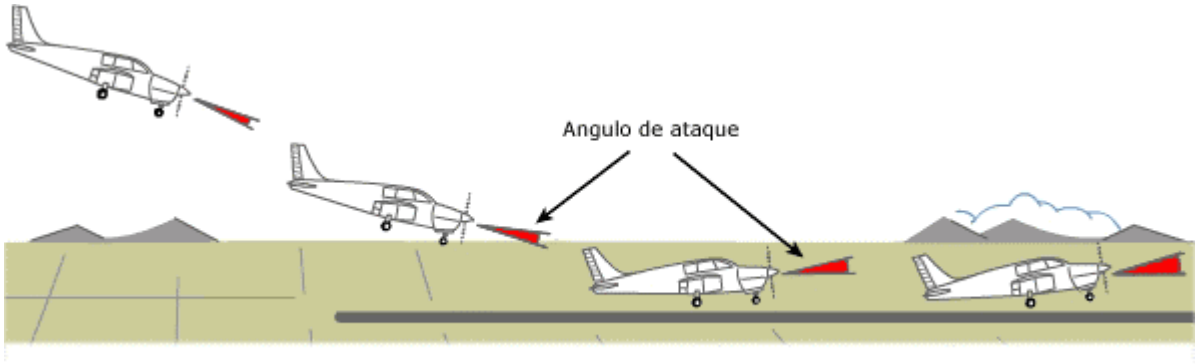
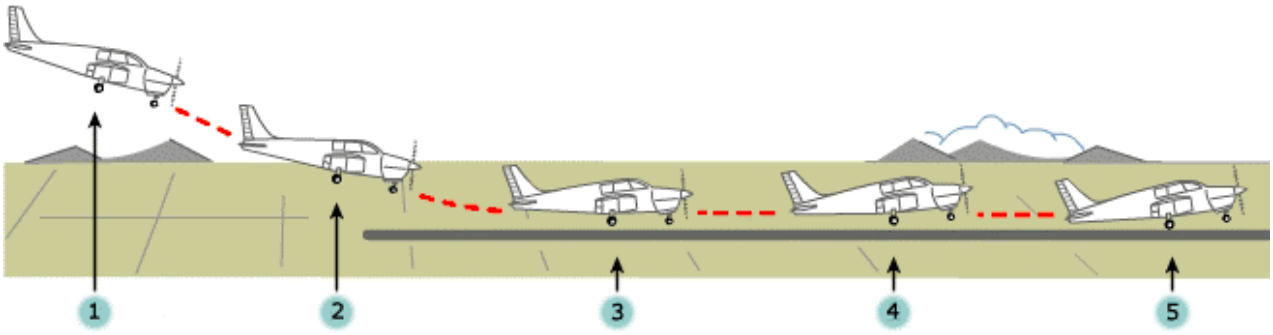



**Fig.6.3.6 - Incremento del ángulo de ataque en la recogida.**

Este proceso tiene lugar durante un corto espacio temporal, con la recogida Vd ha ido cambiando en la fórmula de la sustentación los valores velocidad y coeficiente de sustentación de manera que ha cambiado de trayectoria y se encuentra sobre la pista con un ángulo de ataque mayor que el que tenía y una velocidad sensiblemente menor.

Como ha cortado gases, bien en el momento de comenzar la recogida o justo con el avión paralelo a la pista, los nuevos valores, ángulo de ataque y velocidad, no proporcionan suficiente sustentación y el avión tiende a hundirse. A medida que el avión quiere caer siga levantando gradualmente el morro del avión, lo justo para mantener la poca altura que tiene, sin elevarse. Con esto consigue dos cosas: una, el cada vez mayor ángulo de ataque produce por un lado que se mantenga temporalmente la altura y por otro que el avión siga decelerando y perdiendo energía; dos, que la actitud de morro arriba propicie que el avión contacte con el suelo con el tren principal y la rueda de morro en el aire (en aviones con tren triciclo). Continúe con este proceso hasta que velocidad decaiga tanto que el avión entre en pérdida, momento en el cual se hundirá suavemente y contactará con el suelo de forma poco perceptible.




1 - Comience la recogida tirando del volante de control, a una altitud que dependerá de la velocidad principalmente.
2 - Continue tirando del volante de control de forma suave y progresiva para cambiar la trayectoria de vuelo.
3 - Siga con este proceso hasta encontrarse a pocos centímetros de la pista volando paralelo a ella.
4 - Mantenga la poca altitud aumentando el ángulo de ataque a medida que el avión pierde velocidad y quiere hundirse.
5 - Ha decelerado tanto que el avión no puede sostenerse en el aire y toma suavemente con el tren principal.

**Fig.6.3.7 - Realización de la recogida (flare o roundout).**

Tenga en cuenta que en aviones con tren triciclo se toma con el tren principal manteniendo la rueda de morro en el aire sin soportar ningún peso, pero en aviones con patín de cola la maniobra difiere ligeramente pues se requiere tomar con las tres ruedas simultáneamente.

**¿Cuando comenzar la recogida?.** Aunque el punto donde comenzar la recogida varía según el peso del avión, la velocidad, si aterriza con flaps o el avión limpio, etc. he aquí algunas sugerencias que pueden servir de ayuda:

- Intente juzgar la altura a la que se encuentra el avión por encima de la superficie en base a la altura de objetos conocidos.
- Lo mismo pero en función de la perspectiva con que ve la pista.
- Si el punto donde parece que va a tocar el suelo se aproxima rápidamente es que cae demasiado rápido, minore la tasa de descenso tirando un poco más del volante de control.
- Use su sentido del tiempo. A cada momento en corta final pregúntese cuanto tiempo debe pasar a la velocidad actual hasta que su avión se encuentre a 0 pies AGL. No es difícil coger el ritmo. De alguna manera esto es lo que hacen los pilotos de aviones comerciales: a partir de cierta altitud (500 pies AGL) el copiloto va "cantando" el altímetro de 100 en 100 pies (500, 400,...) pero cuando llegan a los 50 "cantan" de 10 en 10 (50, 40, 30, 20...). Si el piloto percibe el ritmo demasiado rápido es que el suelo se acerca deprisa, la recogida está siendo lenta y se va a aterrizar bruscamente; si lo percibe demasiado despacio está recogiendo muy deprisa, el suelo quedará lejos y el avión alto, también aterrizará duramente.

Estas otras pautas no son recomendables:

- Espere a que se le erice el pelo al instructor y entonces comience la recogida. Esto no es un buen método si algún día quiere volar solo.
- Algunos libros sugieren que comience a la altura de un hangar típico. Esto no es tampoco bueno, porque los hangares tiene distintas alturas y en muchos aeródromos no hay hangares. Por la misma razón, no es conveniente la sugerencia sobre comenzar la recogida a la altura típica de un árbol (¿una encina?, ¿un abeto?, ¿un olivo?, ¿un bonsái?...).
- Puede espera a que el ancho de la pista subtienda un cierto ángulo en su campo de visión. Eso le puede poner en problemas si aterriza en aeródromos con pistas muy anchas o muy estrechas.
- Puede pensar en utilizar la percepción de como de deprisa se le acerca el suelo. No está mal, pero es difícil de percibir y poco sensitivo a la fuerza del viento.

Algunos autores sugieren comenzar la recogida a una altura de entre 15 y 30 pies, dependiendo de la velocidad que lleve, otros entre 10 y 20 pies.

**Cadencia de la recogida.** La cadencia con la cual efectuar la recogida depende de la altura a la cual comienza, el ratio de descenso y la actitud de morro. Si comienza alto, la recogida debe hacerse con una cadencia más suave que con una altura menor; si el terreno se aproxima velozmente no se alarme, pero acelere la recogida si no quiere comérselo; si por el contrario el suelo se acerca despacio la cadencia debe ser más lenta, aunque cuidando de no quedarse demasiado alto.

La actitud de morro del aeroplano con flaps extendidos es más baja que con flaps arriba, más morro abajo cuanto mayor sea la extensión de flaps. En estos casos, para obtener la actitud adecuada el morro debe "viajar" de abajo a arriba una cantidad mayor que si no lleva flaps. A esto se le une que cuanta más extensión de flaps lleve más pesado se vuelve el morro. Si comienza la recogida a la altitud habitual verá acercarse el suelo más rápidamente, así que o comienza un poco antes, o recoge con más rapidez, o ambas cosas (fig.6.3.8).

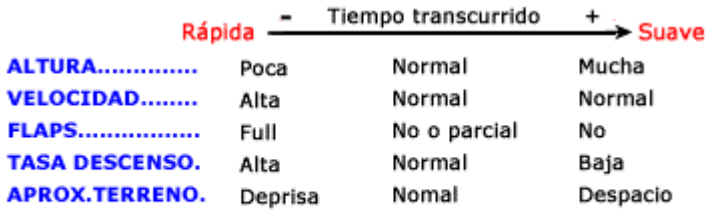



**Fig.6.3.8 - Cadencia de la recogida según condiciones.**

Resumiendo, el secreto de la recogida es: Si comienza a la altitud correcta y cambia la actitud de morro con la cadencia necesaria, conseguirá tener al avión volando paralelo a la pista y muy cercano a ella, con poca velocidad y tendiendo a hundirse; en esa circunstancia solo tiene que intentar mantener la altitud tirando de cuernos suave y progresivamente hasta que la pérdida de sustentación haga contactar el tren principal del avión suavemente con el terreno.

### 6.3.5 Más sobre la recogida.

Si su aeroplano tiene tren triciclo y Vd toma con las tres ruedas a la vez (las dos del tren principal y la de morro), eso es una prueba de que su ángulo de ataque es muy bajo y su velocidad muy alta. Si sucede que la fase de sobrevuelo dura más tiempo de lo necesario, entonces es que Vd. ha comenzado la recogida con mucha velocidad y/o la ha iniciado demasiado tarde; la próxima vez cuide la velocidad y comience la recogida antes.

La actitud propia de morro arriba (en aviones con tren triciclo) bloquea la visión adelante y no deje ver la línea central de la pista. Por tanto, durante la primera parte de la recogida, la toma, y el comienzo de la carrera posterior a esta, debe mantener el aeroplano centrado en base a otras referencias, quizá los bordes de la pista le sirvan. Si pretende mantener la línea central siempre visible eso implica una actitud de morro bajo y una velocidad muy alta, no le conviene.

Si el avisador de pérdida se enciende y/o suena mientras vuela horizontalmente a muy pocos pies sobre la pista es una buena señal, está a punto de tomar suavemente. Por el contrario, si eso sucede al inicio de la recogida o durante la misma eso es mala señal, seguramente se encuentra demasiado arriba de la pista y descendiendo: aplique potencia inmediatamente. Esto último le ayuda debido a que:

1. la velocidad de pérdida con potencia añadida es menor que con potencia 0, debido a la incidencia del aire movido por la hélice sobre las alas. Eso puede darle suficiente sustentación para continuar la maniobra.
2. la tasa de descenso es menor y eso hará que el aeroplano no caiga tan rápidamente, y
3. una mayor cantidad de energía puede ayudarle a "reconstruir" su velocidad.

Por contra, esa adición de potencia implica más tiempo con el avión en vuelo y por añadidura más distancia horizontal recorrida, esté atento a la cantidad de pista adicional necesaria.

El movimiento del volante de control debe ser pausado en el tiempo para que resulte suave y continuo, manteniéndolo hasta que el avión se encuentre a punto de contactar con la superficie. Es un error muy común levantar el morro a "tirones", esto es, levantarlo un poco, esperar a ver que sucede y entonces levantarlo un poco más, y así sucesivamente. No debe preguntarse "cuanto debo levantar el morro" sino que es mejor plantearse "con que cadencia debo levantar el morro".

La culminación de la recogida debe ser juzgada por el cambio de actitud del aeroplano más que por la cantidad de movimiento del volante de control. Esta actitud debe ser mantenida o modificada por referencia al horizonte y el frontal del aeroplano.

Una vez comienza la recogida y hasta el contacto con el suelo, el volante de control no debe empujarse hacia adelante para corregir errores por haber tirado mucho del mismo. Si ha ejercido mucha presión tirando del volante, esta puede ser relajada un poco.

Algunos alumnos piensan que es una buena idea esperar hasta el último momento posible y entonces levantar el morro de una vez, bruscamente, esto es lo que se llama una recogida "plana". Incluso aunque pueda hacer esto bajo cualquier circunstancia, hacerlo es una idea cuando menos desafortunada porque:

- No deja margen para el error. Si juzga mal la altura o espera un poco más de lo debido para iniciar la recogida puede que deje un hoyo en el suelo con forma de avión.
- No funciona en todas las circunstancias. Puede funcionar en aviones de entrenamiento cuando su velocidad es mucho más rápida que la de pérdida, pero en aeroplanos con una velocidad de pérdida alta, las alas no son capaces de desarrollar la sustentación suficiente para un cambio súbito en la dirección de vuelo.
- Es difícil conocer con exactitud cuanto debe tirar de cuernos. Si tira un poco más o un poco menos, o si el avión soporta más peso en ese vuelo, o si la aproximación se realiza con una velocidad inusual (por ejemplo con full flap), este tipo de recogida es muy crítica y no le deja tiempo para compensar cualquier pequeña desviación.

NO aprenda a efectuar recogidas "planas" que funcionan solo con su aeroplano y no en todas las circunstancias. Con el mismo esfuerzo puede aprender la técnica "normal" que funciona razonablemente bien en todos los tipos de avión y en prácticamente todas las circunstancias.

### 6.3.6 Toma y carrera posterior.

Ya se ha mencionado anteriormente la necesidad de mantener el avión centrado con la pista. No permita que durante el sobrevuelo de la pista, la toma y la carrera posterior, el avión pierda la alineación, maneje los pedales para mantener el eje longitudinal del avión alineado con el eje de pista. Si suele aterrizar en pistas anchas no se acostumbre a hacerlo desplazado del eje, disciplínese, si una racha de viento le mueve lateralmente, dispondrá de mayor margen.

No aterrice con los frenos aplicados. Por supuesto, sus pies deben permanecer en la parte baja de los pedales (timón de dirección y rueda delantera). Asegúrese que no está presionando los frenos de forma accidental. Espere a que la totalidad del peso del avión se transfiere de las alas a las ruedas (es decir, a tener las tres ruedas en el suelo) antes de aplicar frenos.

La toma debería ser lo suficientemente suave para que la rueda de morro permanezca en el aire durante la misma y los 50 primeros pies de la carrera posterior. Mantener el morro en el aire ayuda a frenar el aeroplano (freno aerodinámico) y aunque esto no sea especialmente importante salvo en pistas muy cortas, ahorra dinero en frenos y neumáticos.

Mantenga el control durante toda la carrera, recuerde que el vuelo no acaba hasta que tenga el aeroplano en el aparcamiento, totalmente frenado y con los procedimientos de parada efectuados.

En aviones con tren triciclo, una vez tome con el tren principal no relaje la presión atrás sobre la columna de control, mantenga en el aire la rueda de morro y a medida que la velocidad decrece y los mandos se vuelven menos efectivos permita que esta baje suavemente y contacte con el terreno. Espere que la velocidad se reduzca antes de comenzar a frenar y entonces no lo haga bruscamente sino por emboladas.

Para parar en la menor distancia posible, si aterrizó con flaps retráigalos cuando el avión tenga las tres ruedas en el suelo, aplique frenos por emboladas y después tire del volante de control atrás un poco.

Si tiene que retroceder por la pista para ir al aparcamiento, no lo haga sin permiso de la torre "*MAG47 solicita backtrack sobre pista dos ocho*" y en aeródromos no controlados informe a los demás tráficos sobre este hecho "*MAG47 haciendo backtrack sobre pista cero nueve*". Por supuesto que debe cerciorarse que puede hacerlo con seguridad y sin interferir las maniobras de otros tráficos.

Después de abandonar la pista por la salida de rodaje, efectúe los procedimientos de post-aterrizaje. Estos suelen incluir: calefacción al carburador OFF, subir flaps, bomba de combustible OFF, luces de navegación OFF,... (fig.6.3.9). Los procedimientos posteriores al aterrizaje se realizan realmente cuando se abandona la pista principal. Hasta que no tenga el avión totalmente parado no ha terminado el vuelo, no pierda la concentración.
Mi experiencia personal se lo aconseja, el único accidente que he sufrido sucedió así: después de una buena toma durante mi instrucción, de vuelta al aparcamiento por una calle muy estrecha, mi instructor se relajó en exceso saludando a algunas personas que estaban por allí y aunque yo estaba atento a la rodadura calculé mal la distancia del extremo de un ala a los aviones aparcados. Resultado: rompí el borde del ala al golpear el morro de un avión estacionado y el avión no pudo volar en dos semanas. No hubo daños personales, salvo en mi orgullo y en el del instructor, pero provocamos innecesariamente pérdidas económicas a la escuela de vuelo. Puedo asegurar que desde entonces procuro hacer los rodajes, previos y posteriores al vuelo, con extrema atención.

| 10 - DESPUES DE ATERRIZAR | |
|---|---|
| - Bomba de combustible..... | OFF |
| - Flaps..... | Retraer |
| - Luz de aterrizaje..... | OFF |
| **11 - APARCAM. Y PARADA MOTOR** | |
| - Freno aparcamiento..... | Puesto |
| - COM/NAV/Transponder..... | OFF |
| - Gases..... | 1000 rpm |
| - Mezcla..... | Cortar |
| - Magnetos..... | Quitar |
| - Master..... | OFF |
| - Luz anticolisión..... | OFF |
| Asegurese cerrar el plan de vuelo. | |

| 13 - LEAVING THE RUNWAY | |
|---|---|
| - Landing Light..... | OFF |
| - Fuel Pump..... | OFF |
| - Flaps ..... | UP |
| **14 - PARKING & STOPPING ENGINE** | |
| - Parking Brakes..... | SET |
| - Com/Nav/Transponder..... | OFF |
| - Throttle..... | 900 rpm |
| - Mixture..... | Cut Off |
| - Magnetos..... | OFF |
| - Master Switch..... | OFF |
| - Anticolision Lights..... | OFF |
| Close your flight plan | |

**Fig.6.3.10 - Lista de chequeos post-aterrizaje y parada del avión.**

### 6.3.7 Otras percepciones y buenos hábitos.

Aunque debe chequear a menudo el indicador de velocidad durante la aproximación final, ignórelo durante la recogida. Es verdad que el indicador de velocidad es el mejor instrumento que tiene para medir el ángulo de ataque (como ya se dijo), pero en este caso quiere aterrizar el aeroplano con un alto ángulo de ataque y debe percibir este ángulo mediante ayudas visuales. Durante la recogida, el indicador de velocidad no le dice nada sobre el ángulo de ataque o cualquier otro dato que necesite conocer.

No es mala idea controlar su velocidad de acuerdo a su impresión del movimiento del avión respecto al suelo, pero sobre todo permanezca atento al ángulo de ataque. Las percepciones de velocidad respecto al suelo cambian conforme a:

- La fuerza del viento en cara.
- El modelo de aeroplano.
- Densidad de altitud.

Esta percepción le puede ayudar, porque si nota que la velocidad respecto al suelo es desmesurada debe plantearse si no estará aterrizando con viento de cola. En ese caso haga motor y al aire, observe bien la dirección del viento e inténtelo de nuevo con el viento en cara.

Recuerde también que la indicación de velocidad vertical (fpm) y la potencia requerida en la aproximación final le dice mucho sobre si tiene viento en cara o en cola.

La aplicación de los controles en el descenso es algo diferente si este se hace asistido por la potencia del motor o si se realiza sin potencia (planeo), la maniobra de planeo requiere una técnica algo más refinada. La diferencia está causada principalmente por dos factores: por un lado la ausencia del flujo de aire proporcionado por la hélice y por otro la menor efectividad relativa de las superficies de control a baja velocidad (controles perezosos). Recuerde que, tal como se evidencia en la maniobra de vuelo lento, durante la recogida y el aterrizaje la velocidad es baja y la hélice lleva pocas r.p.m. Esto significa que los mandos están "perezosos" y que es necesario más cantidad de movimiento del volante de control que en vuelo normal.

Desde el principio, habitúese a manejar el volante de control con una mano (izquierda) y mantener la otra (derecha) sobre la palanca de gases durante todo el aterrizaje (lo mismo en los despegues). Cuesta un poco pero es necesario. Si se desarrolla alguna situación que requiera la inmediata aplicación de potencia, el tiempo necesario para reconocer el problema, mover la mano a la palanca de gases, abrirlos y que el motor responda se puede hacer demasiado grande. Los rebotes sobre la pista en los primeros aterrizajes no son infrecuentes y el uso apropiado de la palanca de gases en el momento exacto es imperativo.

Practique tanto las aproximaciones asistidas con potencia como planeando con los gases cortados. Este último tipo de aproximación es muy necesario para tomarle el pulso al planeo del aeroplano, sentido que le ayudará en caso de un aterrizaje de emergencia.

### 6.3.8 Breve resumen del aterrizaje.

1. Seleccione un punto de referencia para la toma en el primer tercio de la superficie.
2. Establezca una aproximación estabilizada en velocidad y potencia.
    a. Use el cabeceo arriba o abajo para mantener la velocidad. Suba el morro para disminuirla o bájelo para incrementarla.
    b. Use potencia para mantener la altura en la senda; más potencia para aumentar la altura (subir a la senda) o menos potencia para disminuirla (bajar a la senda).
3. Mantenga la alineación con el eje de la pista aplicando coordinadamente alerones y pedal. Si está en corta final mantenga esa alineación usando solo los pedales.
4. Cuando se encuentre a la altitud de recogida, si lleva alguna potencia redúzcala suavemente a 0. En aviones que caen rápidamente o si aterriza con full flap puede interesarle cortar potencia algo más tarde e incluso justamente con el avión nivelado sobre la superficie, pero tenga en cuenta que cuanto mas tarde en cortar gases mayor será la longitud de pista necesaria para aterrizar.
5. Suave y continuamente tire de cuernos para recoger; si lo hace demasiado despacio el avión impactará en la pista, y si demasiado deprisa se encontrará con un "globo". La cadencia en la recogida depende de la altura a la que comience esta y las velocidades vertical (tasa de descenso) y horizontal que lleve en ese momento.
6. Mantenga el avión sobrevolando la pista a muy pocos pies de esta. A medida que tiende a hundirse siga levantando el morro suave y continuamente. Si la longitud de pista lo permite, manténgalo así tanto tiempo como pueda. El aeroplano irá perdiendo velocidad y cuando esta sea insuficiente para mantenerlo en el aire caerá suavemente con el tren principal en la pista.
7. Después que el avión toque con la superficie, siga manteniendo la presión sobre el volante de control para mantener la rueda de morro en el aire; según disminuye la velocidad aminore poco a poco esa presión para dejarla caer suavemente sobre la pista.
8. Con todas las ruedas en el suelo, dependiendo de la longitud de la pista, deje que el avión decelere y entonces use los frenos. No los aplique violentamente, si necesita frenar en poco espacio frene a emboladas. Si llevaba flaps extendidos, recogerlos ayuda a la frenada.
9. Ruede con el avión controlado hasta la salida más próxima a las calles de rodaje.

**Sumario:**

- Los factores sustentación y resistencia puede ser variados por el piloto mediante el uso de flaps. Cuando se extienden flaps la velocidad disminuye debido a la mayor resistencia, el ángulo de incidencia es menor, lo cual supone una menor actitud de morro menos elevada, y la senda de aproximación se hace más pronunciada.
- Puede necesitar extender flaps por varias razones: para aterrizar con una velocidad menor si el campo es corto o blando; si tiene obstáculos cercanos a la pista que obliguen a aproximarse con un ángulo relativamente mas acentuado; para corregir un exceso de altitud en la senda, etc.
- Con flaps abajo, las velocidades de aproximación son mas bajas que si esta se hace con flaps arriba. El piloto debe conocer con exactitud las distintas velocidades con diferentes extensiones de flap.
- Al extender flaps debe adaptar los parámetros de vuelo a esa nueva configuración y compensar el avión. No debe extender flaps mientras vuele con una velocidad superior a la indicada por el fabricante (mayor valor del arco blanco).
- El viento en cara agudiza la senda de aproximación y reduce la distancia recorrida, mientras que el viento en cola reduce el ángulo de la aproximación e incrementa la distancia recorrida. El piloto debe tener en cuenta el viento antes de aterrizar.
- En presencia de viento la dirección de vuelo relativa al suelo no es la misma que la dirección de vuelo a través del aire. Con viento nulo ambas coinciden, pero con viento en cara o en cola, difieren.
- Para corregir el efecto del viento en cara, puede comenzar la aproximación un poco más cercano a la pista, o aproximarse con un poco más de potencia, o ambas cosas, pero la solución más sencilla reside en una regla de oro: "*con viento de intensidad moderada o alta, incremente la velocidad de aproximación en 1/4 de la velocidad del viento*".
- Al comenzar la aproximación final, el piloto debe estimar el punto de aterrizaje juzgando el ángulo de descenso. Si en algún momento estima que sobrepasará dicho punto: **a**) si tiene potencia aplicada disminúyala, **b**) incremente la extensión de flaps para aumentar la resistencia, y **c**) adapte el aeroplano a la nueva velocidad cambiando la actitud de morro en la cantidad necesaria.
- Si estima que no llegará al punto elegido: **a**) Incremente la potencia y el ángulo de ataque para mantener la velocidad, **b**) reajuste la senda. Como norma general *nunca* intente corregir esta situación retrayendo flaps, ello provocaría una disminución súbita de la sustentación y que el aeroplano se hunda más rápido todavía.
- No caiga en la tentación de tratar de aplanar la senda simplemente levantando el morro del avión. Si ve que en su descenso se queda corto **nunca** intente aplanar la senda **solo** levantando el morro; en lugar de ello, levante el morro y **además** añada potencia simultáneamente.
- Controle la velocidad mediante la actitud de morro y el ángulo de descenso con la potencia. Si cambia una de estas variables debe cambiar simultánea y coordinadamente la otra.
- La *recogida* es la fase del aterrizaje durante la cual el piloto hace una suave transición desde la actitud de morro abajo, propia del descenso, a una actitud de morro arriba propia para contactar con la superficie.
- El objetivo de la recogida es pasar de una dirección de vuelo descendente a una dirección de vuelo paralela a la pista, con el avión a unos pocos centímetros sobre esta y decelerando paulatinamente hasta que la insuficiente sustentación le haga contactar con el terreno con la menor energía (velocidad+altura) posible.
- Para realizar una buena recogida, debe estimar correctamente cuanto debe transcurrir hasta que: a) la dirección de vuelo sea horizontal, b) alcance el nivel de vuelo más cercano al suelo, y c) decelere hasta la velocidad adecuada para contactar con la superficie.
- El tiempo a estimar depende de la velocidad que tiene el avión en el momento de la recogida, la altitud a la cual se inicia esta, y la cadencia de cambio de actitud de morro abajo a morro arriba.

- Esta cadencia depende de la altura de comienzo de la recogida, el ratio de descenso y la actitud de morro. Si comienza tarde, lleva full flaps, observa que el terreno se aproxima velozmente o su tasa de descenso es alta, la cadencia debe ser más rápida que en condiciones normales. Si por el contrario comienza demasiado pronto, no lleva flaps extendidos, el suelo se acerca despacio o la tasa de descenso es pequeña, esta cadencia debe ser más lenta.
- En aviones con tren triciclo se toma con una actitud tal que el avión contacte con el tren principal en la superficie mientras la rueda de morro permanece en el aire; con patín de cola se toma con las tres ruedas a la vez.
- Durante la recogida, la toma, y el comienzo de la carrera posterior a esta la línea central de la pista no es visible debido a la actitud de morro arriba del avión. Debe centrar el aeroplano por otras referencias, quizá los bordes de la pista. Si pretende mantener la línea central siempre visible eso implica una actitud de morro bajo y una velocidad muy alta, no es conveniente.
- El movimiento del volante de control en la recogida debe ser suave y continuo, manteniéndolo hasta que el avión se encuentre a punto de contactar con la superficie. No levante el morro a "tirones". Es mejor tener en cuenta "con que cadencia debe levantar el morro" que no "cuanto debe levantar el morro".
- NO aprenda a efectuar recogidas "planas" que funcionan solo con su aeroplano y no en todas las circunstancias.
- Mantenga los pies en la parte baja de los pedales para aterrizar centrado sobre la pista y asegúrese que no presiona los frenos de forma accidental. Antes de aplicar frenos espere a que la totalidad del peso del avión se transfiera de las alas a las ruedas.
- Recuerde que el vuelo no acaba hasta que tenga el aeroplano en el aparcamiento, totalmente frenado y con los procedimientos de parada efectuados. No pierda la concentración tras la toma.
- Tome el hábito de manejar el volante de control con una mano y mantener la otra sobre la palanca de gases durante todo el aterrizaje.
- Practique aproximaciones asistidas con potencia y planeando con los gases cortados. Esto último es muy necesario para tomarle el pulso a la capacidad de planeo del aeroplano, sentido que le puede salvar la piel en un aterrizaje de emergencia.

© M.A.Muñoz Jul/2003

---

(1). Recuerde que este manual trata sobre aviones ligeros. Si se fija como aterrizan los grandes aviones comerciales observará que ya vienen desde bastante lejos con el morro arriba. Eso no significa que no "recojan", sino que comienzan esta maniobra muchísimo antes y de manera más pausada. La razón es fácil de entender, cuanto mayor sea el peso del avión mayor es su inercia (resistencia al cambio de dirección) y antes ha de comenzarse a "nivelar" y cambiar la actitud de morro.